

# ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES EN UNA UNIDAD PRODUCTIVA EN EL SUDESTE DE BUENOS AIRES, ARGENTINA

Brenda A. Larsen<sup>1\*</sup>, María J. Kristensen<sup>2</sup>, Adriana E. Confalone<sup>3</sup>

## RESUMEN

Para orientar la gestión de los sistemas agropecuarios hacia la sustentabilidad, debe realizarse un diagnóstico que permita reconocer los problemas que alejan al sistema analizado de la condición deseada y poder fijar pautas de manejo para revertirlos. La evaluación de la complejidad que implica la sustentabilidad puede realizarse mediante indicadores. Estos son variables seleccionadas y cuantificadas que evidencian tendencias no fácilmente detectables y resumen información relevante de un fenómeno particular. El objetivo fue realizar un diagnóstico ambiental de un establecimiento agropecuario del SE de la provincia en un año productivo. El caso de estudio seleccionado es una unidad productiva agrícola-ganadero representativa del manejo de la zona con la particularidad de que la actividad ganadera está dedicada a la cría de ganado bovino prioritariamente, siendo una cabaña de toros angus reconocida en el área. Se aplicó el modelo AgroEcoindex®, sensible a cambios temporales y espaciales, cuyos indicadores evalúan aspectos relativos a energía, nutrientes, contaminación, agua e intervención. Además, se evaluó la diversidad de especies silvestres del establecimiento. Se evidenciaron diferentes comportamientos. Seis indicadores resultaron con impactos desfavorables (balance de gases de efecto invernadero, eficiencia en el uso de la energía fósil, stock de carbono en el suelo, consumo de energía fósil, impacto sobre el hábitat y consumo de agua). Diez indicadores mostraron tendencias favorables (intervención del hábitat, agrobiodiversidad, riesgo de erosión). Los inventarios de especies pusieron en evidencia una riqueza de vida silvestre relativamente elevada que es invisible a la evaluación del modelo aplicado.

**Palabras claves:** agroecosistemas, región pampeana, indicadores agroecológicos

## INTRODUCCIÓN

Al analizar los agroecosistemas pampeanos se observa una tendencia a la rápida incorporación de herramientas científico/tecnológicas con el objetivo de aumentar los rendimientos e incrementar los ingresos. Estos procesos han inducido la expansión de la frontera agraria y ganadera por medio de la adopción de tecnologías e insumos que facilitan el incremento de la superficie agrícola (Navarrete *et al.*, 2005; Viglizzo & Jobbágy, 2010).

---

<sup>1</sup> Becario CIC PBA (Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires), UNCPBA Facultad de Ciencias Humanas/ CINEA. [ayelenlarsen@gmail.com](mailto:ayelenlarsen@gmail.com)

<sup>2</sup> UNCPBA Facultad de Ciencias Humanas/ CINEA. - UNLP, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, IGS. [jkristen@fcnym.unlp.edu.ar](mailto:jkristen@fcnym.unlp.edu.ar)

<sup>3</sup> UNCPBA, Agrometeorología, Facultad de Agronomía/ NAACCE. Investigador asociado a CIC PBA.

La intensificación productiva impacta sobre los recursos naturales y compromete los servicios ecológicos que estos proveen (Latterra *et al.*, 2011). Estos procesos de cambio han afectado decisivamente la estructura y la funcionalidad de los ecosistemas sobre los que se realizan las actividades agropecuarias (Viglizzo & Roberto, 1998; Casas, 2001; Viglizzo *et al.*, 2003), e interfieren con otras actividades productivas que dependen de recursos de vida silvestre (Kristensen *et al.*, 2011).

Para orientar la gestión de una actividad hacia un objetivo particular, por ejemplo la sustentabilidad, debe realizarse un diagnóstico que permita reconocer los problemas que alejan al sistema analizado de la condición deseada y poder fijar pautas de manejo para revertirlos.

Con el fin de evaluar la complejidad de la sustentabilidad, se hace necesario volcar aspectos de naturaleza compleja en valores claros, objetivos y generales, por lo que cobra importancia el uso de indicadores. Éstos son variables seleccionadas y cuantificadas que permiten ver una tendencia que de otra forma no es fácilmente detectable (Sarandón, 2002), que resumen información relevante de un fenómeno particular, asociada a un factor que provee un valor cuantitativo o cualitativo de la evolución de un proceso (Mc Queen & Noack, 1988). Desde una perspectiva ambiental, los menores consumos de energía fósil (menor emisión de gases invernadero) y los mayores consumos de agua (menor pérdida por escurrimiento e infiltración) son aspectos claves para lograr estrategias agrícolas más sustentables (Frank, 2007) y deberían considerarse en el futuro cercano. Con frecuencia, los modelos que imitan sistemas agrícolas complejos se consideran mejores que simples indicadores para describir una realidad cambiante. Sin embargo, un conjunto bien seleccionado de indicadores sigue siendo insustituible como herramienta para sintetizar la información y orientar las decisiones de los agricultores de manera rápida (Girardin *et al.*, 1999). Se prefieren aquellos indicadores basados en los efectos ambientales producidos por las prácticas agropecuarias que arrojen un valor con unidades de medida ( $\text{mg L}^{-1}$ ,  $\text{kg ha}^{-1}$ , etc.) y que evalúen los efectos de las distintas prácticas agropecuarias sobre los diferentes componentes del agroecosistema (Gil *et al.*, 2009).

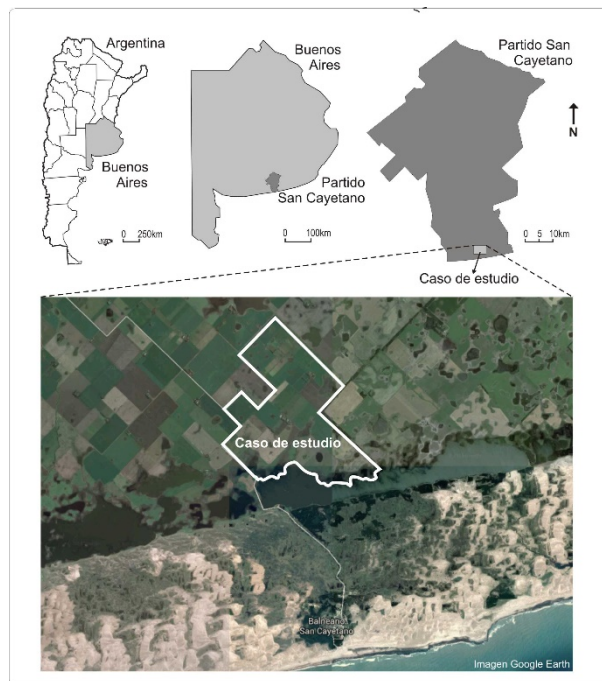
Muchas empresas agropecuarias del mundo están considerando las consecuencias ambientales de sus actividades y cómo pueden afectar su ventaja competitiva y credibilidad social para lograr certificaciones agroecológicas (Wall *et al.*, 2001). Se ha demostrado que el desarrollo de indicadores confiables estimula la voluntad de los agricultores de que sus empresas sean monitoreadas y así demostrar su comportamiento respetuoso con el ambiente (Teisl *et al.*, 1999). En los últimos años Viglizzo *et al.*, 2003, 2006 han trabajado con esta metodología y desarrollado un grupo de indicadores de sustentabilidad agroambiental para producciones agropecuarias extensivas o semi-intensivas. El uso de indicadores se ha constituido en una herramienta valiosa para monitorear y certificar la aplicación de buenas prácticas agropecuarias a través de códigos ambientales estandarizados, como los de ISO 14000 (Viglizzo *et al.*, 2006). Diversos autores insisten en la importancia de realizar estudios a escala de finca o establecimiento agropecuario (López-Ridaura *et al.*, 2005; Frank, 2007; Gutiérrez *et al.*, 2008).

En este contexto, los objetivos de este trabajo fueron: (a) Realizar el diagnóstico ambiental de un establecimiento agropecuario del SE de la Provincia de Buenos Aires,

mediante la aplicación de un modelo basado en indicadores agroecológicos para interpretar los procesos y las tendencias que sigue el agroecosistema evaluado, durante un año productivo y (b) Profundizar en el análisis de la diversidad de especies silvestres en el establecimiento estudiado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolló a partir de la aplicación del AgroEcoindex® (Viglizzo *et al.*, 2006) en un caso de estudio constituido por una unidad de producción de 666,5 ha ubicada en Cristiano Muerto, partido de San Cayetano, provincia de Buenos Aires (Figura 1), en un año productivo 2014-2015. El área de estudio cuenta con aptitudes edáficas y climáticas aptas para el desarrollo de los sistemas agrícola y ganadero, con predominio de grupos de suelo dominantes Argiúdoles y Natracuálfes y un clima dentro la franja templada oceánica, con intercambio de masas de aire entre el mar y el continente, influencia oceánica que genera condiciones de baja amplitud térmica (Thorntwaite y Mather, 1957).



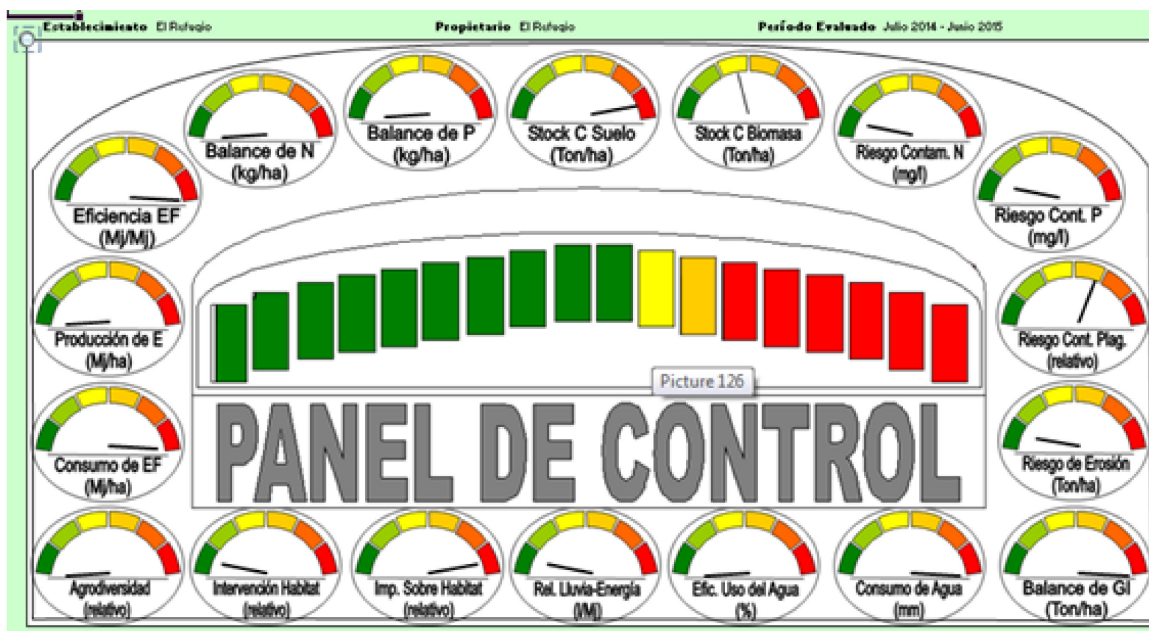
**Figura 1:** Ubicación del caso de estudio

El modelo aplicado permite la estimación de una serie de indicadores agroecológicos cuantitativos, diseñados para facilitar el diagnóstico y la interpretación de procesos críticos en los agroecosistemas. Su propósito es brindar datos y resultados que permitan a los productores y profesionales involucrados en la gestión de una unidad productiva tomar decisiones que propicien conducir la gestión hacia un estado de mayor sustentabilidad.. El modelo utiliza 18 indicadores, relacionados con la energía, los nutrientes, la contaminación y la degradación, el uso del agua, el hábitat y la biodiversidad.

El Agroecoíndex muestra los resultados en colores, para la fácil visualización por el usuario. Consta de un “panel de control” (Figura 2) con forma de velocímetro (una aguja

que apunta a colores que varían desde el verde al rojo), indicando condiciones favorables o sin problemas (verde intenso y verde claro), regulares o de alerta (amarillo claro y amarillo oscuro) y peligrosas o graves (anaranjado y rojo).

Los datos requeridos para el funcionamiento del modelo fueron obtenidos mediante entrevistas y encuestas al dueño de la unidad productiva y a sus asesores veterinarios y agrónomos.



**Figura 2:** visualización del panel de control resultante de la aplicación del modelo AgroEcoindex®

Para realizar el análisis de la diversidad de especies silvestres en el establecimiento estudiado, se diferenciaron en el campo sitios representativos con menor grado de disturbio que fueron identificados como áreas homogéneas. En cada una de las áreas seleccionadas se realizaron censos de vegetación, y se recolectaron las especies que crecen de manera espontánea. En gabinete, se organizaron los herbarios y se identificaron las especies mediante lupa binocular y claves taxonómicas. En principio no se identificaron todas las especies, pero si se constató que todas fueran diferentes entre sí para estimar su riqueza. Para la observación directa de la fauna, que implicó el registro de aves, mamíferos y reptiles, se recurrió a la utilización de binoculares y guías de identificación de campo (Narosky e Izurieta, 1973; Giambelluca, 2005). Los avistajes se realizaron en el mes de abril, en julio-agosto y en enero-febrero. Los horarios de avistaje fueron al amanecer y al atardecer y se accedió a las áreas a caballo para generar el menor disturbio posible sobre la dinámica de la fauna y avistar la mayor cantidad de individuos posibles. El listado de especies de aves, mamíferos y reptiles avistados fue complementado con los datos obtenidos a partir de encuestas realizadas a informantes calificados (personas que viven y trabajan en el establecimiento rural).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los indicadores para la unidad productiva estudiada se analizan agrupados en los 5 ejes relativos.

### 1. Indicadores relativos a la energía

El consumo de energía fósil mostró una tendencia desfavorable pues su ingreso al sistema en términos de insumos (semillas, fertilizantes, plaguicidas, combustible, suplementos alimentarios al ganado, etc.) y de las labores practicadas, fue de 344.445,9 MJ ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, superando el umbral negativo de 25.000 MJ ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> establecido por el modelo. El 25% de los potreros que constituyen la unidad productiva superan este umbral de consumo de energía.

Por otro lado, la producción de energía del establecimiento representó un impacto positivo. Los contenidos energéticos de los productos obtenidos en el establecimiento en un año productivo fueron de 67.023,7 MJ ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, lo que superó los 50.000 MJ establecidos por el umbral negativo del modelo. Esta energía incluyó de manera conjunta los productos obtenidos de los cultivos y de la ganadería. En este caso de estudio, parte del producto del cultivo sirvió de insumo alimenticio a la ganadería.

La eficiencia de uso de la energía, que considera los ingresos de energía en forma de insumos y la que se consume durante las actividades que se realizan en la unidad productiva en relación a los egresos de energía que se producen en los productos obtenidos como cereales y carnes, se tradujo en un impacto negativo ya que se necesita mucha cantidad de energía externa para producir un Mj de producto. La eficiencia energética (EF) de la unidad productiva fue de 5,139 Mj EF/Mj producido., superando el umbral negativo que propone el modelo de 2,50 Mj EF/Mj prod. EL 80% de los potreros que constituyen la unidad superan de modo negativo el umbral óptimo de eficiencia de uso establecido por el modelo.

### 2. Indicadores relativos a los nutrientes

Se analizaron el balance de nitrógeno (N), el balance de fósforo (P), el cambio de stock en el carbono del suelo y el cambio en el stock de carbono (C) de biomasa leñosa.

Los balances medios anuales de N y fósforo por hectárea dieron resultados positivos. La diferencia entre los ingresos (provenientes de la lluvia, la fijación biológica, la adición de fertilizantes y suplementos que se compran fuera del establecimiento) y los egresos (estimados por el N y P exportado con el producto fuera del establecimiento) cuantificables de estos minerales en el predio estudiado fueron de 384,86 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> para el N y de 63,62 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> para el P.

En cuanto al stock de C en el suelo, los resultados pusieron en evidencia una pérdida en el contenido de C en el suelo en todos los potreros del establecimiento debido a la presión ejercida por las actividades realizadas con un uso intensivo de la superficie de tierra. Se evidenció un alto porcentaje de cultivos anuales en las que se realizó la práctica habitual

de permitir el consumo de los rastrojos por parte del ganado, lo que provoca una elevada pérdida de C.

El indicador cambio de stock de C de biomasa leñosa, estuvo influenciado por la presencia de una forestación en el potrero 15, cuyo crecimiento anual produce ganancias en el contenido de C de la biomasa leñosa, por lo que este indicador arroja valores favorables. La ganancia de biomasa de la forestación se estima a partir de valores sugeridos por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Global (IPCC; Houghton et al., 1996), mientras la pérdida anual de biomasa se calcula a partir de la cosecha comercial de madera y la recolección informal de leña.

### **3. Indicadores relativos a la contaminación y erosión**

Los indicadores a analizar fueron: riesgo de contaminación por N, riesgo de contaminación por P, riesgo de contaminación por plaguicidas, riesgo de erosión hídrica y eólica de suelos, y balance de gases de efecto invernadero

En la unidad productiva analizada no se manifestó riesgo de contaminación por N y P como así tampoco riesgo de erosión hídrica ni eólica. Los primeros estuvieron vinculados al impacto positivo analizado con los indicadores de balance de N y P, además de tomar en cuenta para la ponderación positiva de estos indicadores la precipitación, la evapotranspiración y la hidrografía de la región en donde se emplaza la unidad productiva. Por tanto, al no manifestarse existencia de N y P residual en suelo el impacto fue positivo. Los valores obtenidos para estos indicadores en la unidad productiva analizada son de  $0 \text{ mg l}^{-1}$  en ambos casos, incluso por debajo del umbral establecido por el modelo que es de  $2 \text{ mg l}^{-1}$  para el N y de  $0,20 \text{ mg l}^{-1}$  para el P.

En cuanto al indicador riesgo de erosión hídrica y eólica se obtuvo un valor de  $5,78 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  que se tradujo en un valor positivo en el análisis de la unidad productiva, con un valor cercano al establecido como positivo por el modelo que es de  $6 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ , valores menores e iguales a este manifiestan riesgo para dicho indicador.

En la unidad productiva analizada se visualizó una situación crítica, sin llegar al máximo umbral de riesgo, en relación al riesgo de contaminación por plaguicidas, obteniéndose un valor de impacto de 56,06 sobre un valor de impacto negativo de 83,00. Como insumo para el cálculo de este indicador se analiza la cantidad de producto utilizado, la toxicidad y la cantidad de producto aplicado y se los relaciona con factores relativos a la persistencia y movilidad de los compuestos. Este indicador se encuentra en relación directa con el consumo de energía fósil analizado anteriormente.

Otra situación de impacto negativo para la unidad de análisis se manifestó en el indicador balance de efecto invernadero incluido en el modelo, que se basa en una adaptación propuesta por el IPCC (Houghton et al., 1996). El valor de  $62,37 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  superó el límite impuesto como aceptable para este indicador. El uso de fertilizantes y la presencia de animales justifica el resultado negativo, ya que en este establecimiento, los animales fueron una de las fuentes más importantes de emisión: emiten metano ( $\text{CH}_4$ ) por fermentación entérica y por pérdida fecal, teniendo en consideración que el  $\text{CH}_4$  tiene una potencia invernadero 21 veces superior al  $\text{CO}_2$ . A su vez, el N depositado con las

excreciones de los animales, sumado los fertilizantes incorporados (fertilizantes sintéticos y fijación biológica de N por las leguminosas) y de los residuos de cosecha, fueron una fuente indirecta de emisión de óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), que tiene una potencia invernadero 310 veces superior al  $\text{CO}_2$ .

Este indicador tiene en cuenta también los cambios en el stock de C del suelo y en la biomasa leñosa (indicadores ya descritos) para estimar la emisión y secuestro de  $\text{CO}_2$ .

#### **4. Indicadores relativos al agua**

El consumo de agua por los cultivos y el ganado en el año productivo analizado, se manifestó como un impacto negativo que superó el umbral máximo establecido por el modelo de  $700 \text{ mm año}^{-1}$ . Se obtuvo un consumo anual de  $9.556,2 \text{ mm año}^{-1}$ . El 67% de los potreros del establecimiento superaron el umbral crítico establecido por el modelo en relación al consumo de agua, correspondiente a  $400 \text{ mm año}^{-1}$ . No obstante, como las precipitaciones de la región son elevadas ( $900 \text{ mm año}^{-1}$ ), la eficiencia en el uso del agua, que relaciona la precipitación y el consumo de agua en el período analizado, se tradujo en un impacto positivo ya que superó la máxima eficiencia que postula el modelo correspondiente al 83%.

La eficiencia en el uso del recurso agua estimada a partir de la relación lluvia-energía indicó que la cantidad de agua necesaria para producir un Mj de energía en forma de producto agropecuario (cereal, carne) fue menor a  $170 \text{ l/Mj}$ , lo que lo traduce en un indicador positivo para la unidad productiva analizada siendo, donde el valor obtenido para este indicador fue de  $126,82 \text{ l/Mj}$ .

#### **5.- Indicadores relativos a la biodiversidad:**

En el indicador riesgo de intervención del hábitat el modelo mostró un resultado favorable para el conjunto del establecimiento ya que valores relativos inferiores a 0,83 así lo indican. Este índice relativo tiene en cuenta el grado de interferencia antrópica sobre el agroecosistema en relación a uso de la tierra, tipo de labranza y contaminación por plaguicidas. En general, la agricultura moderna implica la simplificación de la estructura del ambiente en grandes extensiones, reemplazando la diversidad natural por un pequeño número de plantas cultivadas y animales domésticos (Fowler & Mooney, 1990).

El establecimiento mostró un elevado nivel de impacto sobre el hábitat por el uso de la tierra ya que el cálculo del indicador se hace en base a la cantidad de hectáreas labradas anualmente. A mayor cantidad de cultivos anuales, mayor intervención. Únicamente el potrero número 1 (pastizal natural) mostró ausencia de intervención, seguido del potrero número 15 (forestación). Los restantes potreros manifestaron tener un elevado riesgo de intervención a lo que se sumó que el indicador “riesgo por contaminación por plaguicidas” previamente analizado, mostró resultados intermedios de alerta.

La unidad productiva analizada manifestó una agrodiversidad positiva. Para la ponderación de este indicador el modelo sólo tuvo en cuenta aquellas especies, en cantidad y proporción, que manifiestan interés productivo, o sea las que componen los sistemas productivos. El valor obtenido como índice relativo fue de 5,06, lo que superó en

términos positivos al propuesto por el modelo correspondiente a 3. Este resultado surge por el porcentaje de cultivos anuales producidos en el establecimiento, que fue de 37,7%. Una baja diversidad agrícola también es indicadora de deterioro ambiental, dónde tanto la diversidad de cultivos como la diversidad de especies y procesos ecológicos asociados a paisajes heterogéneos se ven afectados negativamente (Altieri, 1999).

Como mencionaran Hole *et al.* (2005), algunas prácticas que se llevan a cabo en los agroecosistemas pueden ser resaltadas como benéficas para la biodiversidad: (a) la reducción del uso de pesticidas químicos y fertilizantes inorgánicos a niveles estrictamente necesarios, (b) el manejo estratégico de los sitios no cultivados o marginales que, al convertirse en reservorios, permiten mantener e incrementar la diversidad biológica, y (c) la adopción de prácticas que incluyan planteos mixtos y rotativos de producción, que generan impacto positivo al proveer de hábitats heterogéneos y variables en el espacio y tiempo. Como el modelo AgroEcoIndex® sólo tiene en cuenta, en su evaluación, aquellas especies de valor productivo fue complementado con el análisis de la riqueza de especies silvestres en los bordes de los alambrados, bajos inundables y lagunas.

La recolección de información de campo realizado en las áreas homogéneas, brindó información sustancial acerca de las especies animales y vegetales que las habitan. Esos valores relevados complementó la información necesaria para comprender los ambientes con menor grado de disturbio que el modelo AgroEcoIndex® no considera.

Las familias más representadas en el establecimiento fueron, como es natural para la región pampeana, las asteráceas y las poáceas (Tabla 1). Las quenopodiáceas presentes, propias de ambientes alcalinos, salobres y suelos modificados también estuvieron bien representadas. En los ambientes lagunares donde el anegamiento y la salinidad son factores limitantes, el número de familias presentes se reduce a la mitad respecto de las que aparecen en caminos internos. En estos es notoria la diversidad de brasicáceas, la mayoría malezas de cultivo. Entre las que se pudieron determinar, a nivel de especie las nativas superan a las exóticas.

**Tabla 1.** Número relativo (%) de especies de plantas de las familias reconocidas en cada grupo de ambientes

Familia	Ambientes de lagunas	Caminos internos
Asteraceae	34,83	44,18
Chenopodiaceae	18,6	23,25
Poaceae	13,96	25,6
Apiaceae	13,95	9,3
Solanaceae	4,61	9,3
Cyperaceae	4,61	....
Malvaceae	2,32	....
Solanaceae		....
Poligonaceae		....
Brassicaceae		16,27
Caryophyllaceae		9,3



Plantaginaceae		4,65
Amaranthaceae		2,32
Fabaceae		2,32
Fabaceae		2,32
Oxalidaceae		2,32
Otras	7,2	18,6

Por su parte, por medio de la observación directa en distintas épocas del año y de entrevistas al productor y vecinos del lugar, se construyó un listado de especies de aves, mamíferos y reptiles, que se visualizan con mayor o menor frecuencia pero que habitan en los sitios de muestreo de vegetación antes mencionada (Tabla 2).

**Tabla 2.** Grandes grupos de fauna presente en el establecimiento estudiado

Grupos	N°	Riqueza	
			%
Aves	52		
<i>Falcónidos</i>	5		10.20
<i>Acuáticas</i>	23		46.94
<i>Paseriformes</i>	12		24.49
Reptiles	8		
Mamíferos	17		
Total	75		

En relación a la fauna registrada, se observó que las aves fueron el grupo con mayor riqueza (52 especies), le siguieron los mamíferos con 17 especies y en un número menor, de 8 especies, los reptiles. Las aves acuáticas o ligadas a ambientes acuáticos fueron las más ricas en especies (47%) , hecho que se produce por la presencia de lagunas y zonas inundables. Los passeriformes, los vulgarmente llamados pájaros, le siguen en importancia. Es interesante mencionar la presencia de falcónidos (10%), que dada su posición terminal en la cadena trófica, dan cuenta de ambientes no tan disturbados, e indican una red trófica compleja. Los inventarios de especies realizados en las áreas naturales ponen en evidencia que la riqueza de la vida silvestre en la unidad de producción es relativamente elevada y se encuentra invisible ante la evaluación del modelo propuesto para el análisis.

## CONCLUSIONES

Al evaluar la gestión ambiental de la unidad agroproductiva a partir de indicadores, se observó, según los resultados obtenidos, que el manejo de la misma fue “favorable” ya que del total de 18 indicadores analizados, 10 mostraron un resultado sin problemas (producción de energía, balance de nitrógeno, balance de fósforo, riesgo de contaminación por nitrógeno, riesgo de contaminación por fósforo, riesgo de erosión hídrica y eólica, eficiencia de uso del agua, relación lluvia-energía, impacto sobre el hábitat y agro-diversidad); 6 evidenciaron una tendencia crítica o grave (consumo de energía fósil, eficiencia de uso de la energía, cambio de stock del carbono del suelo, balance de gases de invernadero, consumo de agua y riesgo de intervención del hábitat) y

2 presentaron una situación intermedia o de alerta (cambio de stock de la biomasa leñosa y riesgo de contaminación por plaguicidas).

Los inventarios de especies realizados en las áreas naturales pusieron en evidencia que la riqueza de la vida silvestre en la unidad de producción es relativamente elevada y se encuentra invisible ante la evaluación del modelo propuesto para el análisis.

Si bien se considera necesario prestar atención y modificar algunos manejos para revertir las tendencias críticas presentadas por algunos indicadores, hay que destacar que en la unidad productiva analizada se llevan a cabo numerosas prácticas agrícolas que tienen impacto positivo sobre el hábitat y la biodiversidad, como el cuidado en el uso de pesticidas y fertilizantes, la labranza mínima, el manejo de bordes, espacios marginales o áreas no cultivadas, épocas de siembra, rotaciones de cultivos, y un planteo de producción mixta.

### Referencias bibliográficas

- ALTIERI M. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, ecosystems & environment*. 74: 19-31
- CASAS, R. 2001. *La conservación de los suelos y la sustentabilidad de los sistemas agrícolas*. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, tomo LV, 247 pp.
- FOWLER, C. & P. MOONEY. 1990. *Shattering food, politics and the loss of genetic diversity*. University of Arizona Press, Tucson, AZ, 178 pp.
- FRANK, F. 2007. *Impacto agroecológico del uso de la tierra a diferentes escalas en la región pampeana de Argentina*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce. 176 pp.
- GIAMBELLUCA, L. 2005. *Guía de serpientes bonaerenses*. Editorial LOLA.
- GIL, S., M. HERRERO, M. FLORES, M. PACHOUD y M. HELLMERS. 2009. Intensificación agropecuaria evaluada por indicadores de sustentabilidad ambiental. *Archivos de Zootecnia*, 58(223): 413-423.
- GIRARDIN, PH., CH. BOCKSTALLER & H. VAN DER WERF. 1999. Indicators: Tools to evaluate the environmental impacts of farming systems. *Journal of sustainable agriculture*, 13: 5-21.
- HOLE, D.G., A.J. PERKINS, J.D. WILSON, I.H. ALEXANDER, P.V. GRICE, & A.D. EVANS. 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 122: 113-130.
- HOUGHTON, J.T., MEIRA FILHO, L.G., B.A. CALLANDER, N. HARRIS, A. KATTENBERG, K. MASKELL (eds.). 1996. *Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Cambridge University Press.
- GUTIÉRREZ, J.; L. AGUILERA & C. GONZÁLEZ. 2008. Evaluación de la sustentabilidad por medio de indicadores, de una intervención agroecológica en el Subtrópico del Altiplano Central de México. Caracterización, diagnóstico y evaluación inicial. Fase I. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42: 27-36.

- KRISTENSEN, M.J., M. BASUALDO & L.A. RETONDO. 2011. Characteristic of honey under different productive agrarian modalities (Tandil, Buenos Aires, Argentina). *Apimondia* 2011.
- LATERRA, P., E. JOBBÁGY y J. PARUELO. 2011. *Valoración de servicios ecosistémicos: Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial*. Ediciones INTA. Buenos Aires. 741 pp.
- KEULEN, H. V., M. K. VAN ITTERSUM, & P. A. LEFFELAAR. 2005. Multiscale methodological framework to derive criteria and indicators for sustainability evaluation of peasant natural resource management systems. *Environment, development and sustainability*, 7(1), 51-69.
- MC QUEEN, D. y H. NOACK. 1988. Health promotion Indicators: current status, issues and problems. *Health Promotion International*, 3 (1): 117-225.
- NAROSKY, S. y D. Izurieta. 1973. Nidificación de la gaviota de cabeza gris (*Larus cirrhocephalus*). *El Hornero*, 11(03): 217-219.
- NAVARRETE, D., G. GALLOPÍN, M. BLANCO, M. DÍAZ-ZORITA, D. FERRARO, H. HERZER, P. LATERRA, J. MORELLO, M.R. MURMIS, W. PENGUE, M. PIÑEIRO, G. PODESTÁ, E.H. SATORRE, M. TORRENT, F. TORRES, E. VIGLIZZO, M.G. CAPUTO y A. CELIS. 2005. *Análisis sistémico de la agriculturización en la pampa húmeda argentina y sus consecuencias en regiones extra-pampeanas: sostenibilidad, brechas de conocimiento e integración de políticas*. CEPAL. Series Medio Ambiente y Desarrollo, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos.
- SARANDÓN, S. 2002. *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable*. Ed. Científicas Americana.
- TEISL, M.F., B. ROE & A. LEVY. 1999. Ecocertification: Why it may not be a "field of dreams". *American Journal of Agricultural Economics*. 81: 1066–1071.
- THORNTHWAITE, C. W., & J. R. MATHER. 1957. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance, 5th printing. CW Thornthwaite Associates, Laboratory of Climatology, Elmer, NJ, USA, 10(3).
- VIGLIZZO, E. y E. JOBBÁGY. 2010. *Expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto ecológico ambiental*. Ediciones INTA, Buenos Aires.
- VIGLIZZO, E.F. y Z.E. ROBERTO. 1998. On trade-offs in low-input agroecosystems. *Agricultural Systems*, 56: 253-264.
- VIGLIZZO, E.F., A.J. PORDOMINGO, M. CASTRO & F. LÉRTORA. 2003. Environmental assessment of agriculture at a regional scale in pampas of Argentina. *Environmental Monitoring & Assessment*, 87: 169-195
- VIGLIZZO, E.F., F. FRANK, J. BERNARDOS, D.E. BUSCHIAZZO & S. CABO. 2006. A rapid method for assessing the environmental performance of commercial farms in the Pampas of Argentina. *Environmental Monitoring and Assessment*, 117(1-3): 109-134.
- WALL, E., A. WEERSINK & C. SWANTON. 2001. Agriculture and ISO 14000. *Food Policy*, 26: 35–48.